(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 104819173 A
(43)申请公布日 2015.08.05

(21)申请号 201510243423.0
(22)申请日 2015.05.11
(71)申请人 中国海洋石油总公司
地址 100010 北京市东城区朝阳门北大街25号中国海油大厦
申请人 中海石油(中国)有限公司湛江分公司
(72)发明人 张贺新 吴建武 田锋 付生洪 黎江兵 陈湛泓 蔡瀚鸿 陈永林 王强 刘向阳 陈肇日 常户星 邹木森
(74)专利代理机构 广州市南锋专利事务所有限公司 44228
代理人 李慧 梁华行
(51)Int.Cl.
F04D 29/70(2006.01)

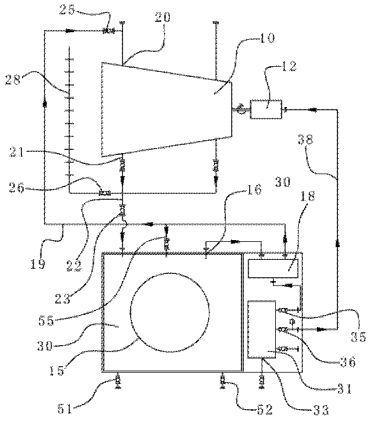
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

用于离心式天然气压缩机的转子盘动清洗工具及清洗方法

(57)摘要

本发明公开了一种用于离心式天然气压缩机的转子盘动清洗工具，其包括压缩气源、固定安装于压缩机侧方的盘车支架、固定安装于盘车支架并驱动压缩机转子旋转的气动盘车马达、容纳清洗液并具有供液口的储液罐、通过管道与供液口对接连通的气动泵，该气动泵通过注液管与设于压缩机机壳的注液口连通，压缩机机壳底部设有排液口与储液罐通过回流管连通。通过气动泵将清洗液注入离心压缩机腔体内，浸泡转子，使用气动盘车马达驱动转子旋转，使叶轮结垢受到冲刷并脱落溶解到清洗液中，清洗液可循环流动，实现了不解体离心压缩机而快速高效地清洗转子叶轮结垢的目的。同时本发明还公开了一种不解体而快速高效地清除天然气离心压缩机叶轮结垢的具体清洗方法。



CN 104819173 A

1.一种用于离心式天然气压缩机的转子盘动清洗工具，其特征在于：所述用于离心式天然气压缩机的转子盘动清洗工具包括压缩气源、固定安装于压缩机侧方的盘车架、固定安装于盘车架并驱动压缩机转子旋转的气动盘车马达、容纳清洗液并具有供液口的储液罐、通过管道与所述供液口对接连通的气动泵，所述气动泵通过注液管与设于压缩机机壳的注液口连通，所述压缩机机壳底部设有排液口与设于储液罐的主回流口通过回流管连通，所述压缩气源通过输气管分别与气动泵、气动盘车马达对接连通，所述回流管设有回流阀，所述气动泵与注液口之间设有注液阀。

2.根据权利要求1所述的用于离心式天然气压缩机的转子盘动清洗工具，其特征在于：所述压缩机侧方安装有液位指示管，该液位指示管底端通过连接管和隔离阀与所述排液口对接连通。

3.根据权利要求1所述的用于离心式天然气压缩机的转子盘动清洗工具，其特征在于：所述储液罐设有泄液口和加液口，所述储液罐还设有辅回流口并通过辅回流管对接气动泵的出口或注液管从而与气动泵连通。

4.根据权利要求1所述的用于离心式天然气压缩机的转子盘动清洗工具，其特征在于：所述气动泵、气动盘车马达与压缩气源之间设有配气罐，所述配气罐的进气口与压缩气源连通，所述配气罐设有第一配气阀并通过输气管与气动泵连通，所述配气罐还设有第二配气阀并通过输气管与气动盘车马达连通。

5.一种使用权利要求1所述的用于离心式天然气压缩机的转子盘动清洗工具的离心式天然气压缩机的转子盘动清洗方法，其特征在于，包括以下步骤：

S1、将离心压缩机与天然气管道隔离并对压缩机进行泄压；

S2、导通离心压缩机的密封气、缓冲气，防止清洗液进入压缩机密封系统，损坏密封组件；

S3、拆卸压缩机进口压力表，将其所留下的接口作为注液口；

S4、连接气动泵与离心压缩机之间的注液管；

S5、拆出离心压缩机后端的盘车盖板，安装调整气动盘车支架和气动盘车马达，连接压缩气源与气动盘车马达之间的输气管；

S6、将储液罐注满清水；接通气动泵与压缩气源，利用气动泵将清水注入离心压缩机；

S7、导通气动盘车马达的气源，压力不低于5bar，使气动马达带着离心压缩机的转子以30RPM转速盘车；

S8、离心压缩机转子在灌满清洗液的腔体内旋转8个小时，同时可以利用气动泵将清洗液打循环，使其在压缩机内以及储液罐之间进行流动；

S9、清洗结束时通过压缩机底排液口将水洗液排放；

S10、隔离气动泵和气动盘车马达的气源，拆除离心压缩机与气动泵的注液管，拆卸气动盘车马达，回装压力表和盘车盖板；

S11、天然气离心压缩机隔离解除，充压侧漏，启机测试。

6.根据权利要求5所述的离心式天然气压缩机的转子盘动清洗方法，其特征在于：在步骤S6后设置步骤S6.2、手动启动离心压缩机的交流预后滑油泵，强制润滑离心压缩机轴承。

7. 根据权利要求5所述的离心式天然气压缩机的转子盘动清洗方法，其特征在于：在

步骤 S3 后设置步骤 S3.1、在离心压缩机底排液阀下安装液位指示管线，液位指示管底端通过连接管和隔离阀与所述排液口对接连通；步骤 S6 中，清洗液注入离心压缩机过程，联通的液位指示显示不能超过离心压缩机的最高点。

用于离心式天然气压缩机的转子盘动清洗工具及清洗方法

技术领域

[0001] 本发明涉及压缩机清洗，尤其涉及一种用于离心式天然气压缩机的转子盘动清洗工具，还涉及离心式天然气压缩机的转子盘动清洗方法。

背景技术

[0002] 气田天然气离心压缩机是气田关键增压外输设备，而天然气离心压缩机投产运行1年后，频繁出现振动幅度高故障而导致机组关停，现场检查发现原因是压缩机转子结垢严重，造成转子的不平衡。天然气离心压缩机送到厂家解体清洗维护后，在后续运行过程中，同样故障重复出现，并且关停原因仍然是由于压缩机转子结垢引起。同样现象出现在其他几个天然气离心压缩机机组，原因同样是叶轮结垢。

[0003] 由于天然气离心压缩机没有清洗系统，天然气离心压缩机的转子结垢清洗需要解体，但是在海上气田作业现场不具备解体工作条件，必须拆卸送到国外厂家返修。另外，某些型号的天然气离心压缩机的定子不是水平剖分型离心式压缩机，而是筒式离心压缩机安装困难、检修不便。每一级都是独立的，所以还要解体转子定子总成，才能把叶轮一级一级的拆出，然后利用高压水清洗。清洗完毕后，组装工作与新装工序完全一样，之后还必须进行测试，工作量非常大。

[0004] 清洗前后机组的拆装工作量大大增加：天然气离心压缩机拆出和安装、离心压缩机进出口与16英寸天然气管线的拆装、能源隔离盲板拆装和相关仪表拆装等。

[0005] 吊装作业难度大、存在很大的安全风险：由于海上生产平台的吊机够不着天然气离心压缩机的安装位置，必须通过滑轮倒链将重达8吨的离心压缩机吊装到位，但海上生产平台的设备密集空间小，滑轮倒链吊装难以规划合理路线避免碰撞高压容器或带电设备。

[0006] 气田的日产量为200万方天然气，转子解体清洗后，运行不久又会严重结垢，运行时间比维修工期还短，这将严重打乱气田生产和设备维保安排，离心压缩机返修期间如果没有备用机组，则对气田外输产量造成严重威胁。另外，维修费和运费高昂，每次送修费用高达250万元。

发明内容

[0007] 针对现有技术不足，本发明要解决的技术问题是提供一种不解体离心压缩机而快速高效地清洗转子结垢的用于离心式天然气压缩机的转子盘动清洗工具。本发明的另一个目的是提供一种不解体离心压缩机而快速高效地清洗转子结垢的离心式天然气压缩机的转子盘动清洗方法。

[0008] 为了克服现有技术不足，本发明采用的技术方案是：一种用于离心式天然气压缩机的转子盘动清洗工具，用于清洗压缩机转子，所述用于离心式天然气压缩机的转子盘动清洗工具包括压缩气源、固定安装于压缩机侧方的盘车架、固定安装于盘车架并驱动压缩机转子旋转的气动盘车马达、容纳清洗液并具有供液口的储液罐、通过管道与所述供液口

对接连通的气动泵，所述气动泵通过注液管与设于压缩机机壳的注液口连通，所述压缩机机壳底部设有排液口与设于储液罐的主回流口通过回流管连通，所述压缩气源通过输气管分别与气动泵、气动盘车马达对接连通，所述回流管设有回流阀，所述气动泵与注液口之间设有注液阀。

[0009] 作为本发明用于离心式天然气压缩机的转子盘动清洗工具的技术方案的一种改进，所述压缩机侧方安装有液位指示管，该液位指示管底端通过连接管和隔离阀与所述排液口对接连通。

[0010] 作为本发明用于离心式天然气压缩机的转子盘动清洗工具的技术方案的一种改进，所述储液罐设有泄液口和加液口，所述储液罐还设有辅回流口并通过辅回流管对接气动泵的出口或注液管从而与气动泵连通。

[0011] 作为本发明用于离心式天然气压缩机的转子盘动清洗工具的技术方案的一种改进，所述气动泵、气动盘车马达与压缩气源之间设有配气罐，所述配气罐的进气口与压缩气源连通，所述配气罐设有第一配气阀并通过输气管与气动泵连通，所述配气罐还设有第二配气阀并通过输气管与气动盘车马达连通。

[0012] 对应的工艺方法技术方案是：一种使用上述的用于离心式天然气压缩机的转子盘动清洗工具的离心式天然气压缩机的转子盘动清洗方法，其包括以下步骤：

S1、将离心压缩机与天然气管道隔离并对压缩机进行泄压；

S2、导通离心压缩机的密封气、缓冲气，防止清洗液进入压缩机密封系统，损坏密封组件；

S3、拆卸压缩机进口压力表，将其所留下的接口作为注液口；

S4、连接气动泵与离心压缩机之间的注液管；

S5、拆出离心压缩机后端的盘车盖板，安装调整气动盘车支架和气动盘车马达，连接压缩气源与气动盘车马达之间的输气管；

S6、将储液罐注满清水；接通气动泵与压缩气源，利用气动泵将清水注入离心压缩机；

S7、导通气动盘车马达的气源，压力不低于 5bar，使气动马达带着离心压缩机的转子以 30RPM 转速盘车；

S8、离心压缩机转子在灌满清洗液的腔体内旋转 8 个小时，同时可以利用气动泵将清洗液打循环，使其在压缩机内以及储液罐之间进行流动；

S9、清洗结束时通过压缩机底排液口将水洗液排放；

S10、隔离气动泵和气动盘车马达的气源，拆除离心压缩机与气动泵的注液管，拆卸气动盘车马达，回装压力表和盘车盖板；

S11、天然气离心压缩机隔离解除，充压侧漏，启机测试。

[0013] 作为本发明离心式天然气压缩机的转子盘动清洗方法的技术方案的一种改进，在步骤 S6 后设置步骤 S6.2、手动启动离心压缩机的交流预后滑油泵，强制润滑离心压缩机轴承。

[0014] 作为本发明离心式天然气压缩机的转子盘动清洗方法的技术方案的一种改进，在步骤 S3 后设置步骤 S3.1、在离心压缩机底排液阀下安装液位指示管线，液位指示管底端通过连接管和隔离阀与所述排液口对接连通；步骤 S6 中，清洗液注入离心压缩机过程，联通的液位指示显示不能超过离心压缩机的最高点。

[0015] 本发明的有益效果是：通过气动泵将储液罐中的清洗液注入离心压缩机腔体内浸泡转子，使用气动盘车马达驱动转子旋转，浸泡过程辅助转动使得叶轮结垢受到冲刷并脱落溶解到清洗液中，气动泵还可以灌注清洗液并通过回流管回流至储液罐，使得清洗液可以循环流动，更大限度地带走结垢，实现了不解体离心压缩机而快速高效地清洗转子叶轮的结垢。

附图说明

[0016] 图 1 是本发明一种用于离心式天然气压缩机的转子盘动清洗工具的实施例的结构示意图。

[0017] 图 2 是实施例中的气动盘车工具的正向结构示意图。

[0018] 图 3 是实施例中的气动盘车工具的侧向结构示意图。

具体实施方式

[0019] 下面对本发明的实施方式进行具体描述。

[0020] 参考图 1、图 2、图 3 所示，本发明一种用于离心式天然气压缩机的转子盘动清洗工具，用于清洗压缩机转子，所述用于离心式天然气压缩机的转子盘动清洗工具包括压缩气源、固定安装于压缩机 10 侧方的盘车支架 11、固定安装于盘车支架 11 并驱动压缩机转子旋转的气动盘车马达 12、容纳清洗液并具有供液口的储液罐 15、通过管道与所述供液口 16 对接连通的气动泵 18，所述气动泵 18 通过注液管 19 与设于压缩机机壳的注液口 20 连通，所述压缩机机壳底部设有排液口 21 与设于储液罐 15 的主回流口通过回流管 22 连通，所述压缩气源通过输气管分别与气动泵 18、气动盘车马达 12 对接连通，所述回流管 22 设有回流阀 23，所述气动泵 18 与注液口 20 之间设有注液阀 25。通过气动泵 18 将储液罐 15 中的清洗液注入离心压缩机腔体内浸泡转子，使用气动盘车马达 12 驱动转子旋转，浸泡过程辅助转动使得叶轮结垢受到冲刷并脱落溶解到清洗液中，气动泵 18 还可以灌注清洗液并通过回流管 22 回流至储液罐 15，使得清洗液可以循环流动，更大限度地带走结垢，实现了不解体离心压缩机而快速高效地清洗转子叶轮的结垢。

[0021] 具体地，对天然气离心压缩机叶轮结垢物质取样化验分析得知：结垢的主要成分为 NaHCO3 水型盐类物质，除 Ca2+、Mg2+ 离子外，其余的阳离子全部换算成 Na+ 来计算，含量约为 75%，基本都能溶解于水。进一步分析得知：叶轮结垢是由于气田水中盐类析出产生，天然气离心压缩机入口压力急剧降低，天然气在被压缩过程中温度又会迅速上升，这就导致盐分结晶析出。

[0022] 由于气井井盐在天然气离心压缩机正常工况下，容易在离心压缩机的转子上生成结晶体形成结垢，使转子不平衡，导致轴的振动升高，造成机组关停无法启动。通过反复试验分析而最终确定离心式天然气压缩机的转子盘动清洗方法：利用淡水浸泡清洗，同时不断盘车。这种方法不需要解体离心压缩机就能清洗离心压缩机转子。

[0023] 大型离心压缩机盘车只能利用 1 寸套筒扳手人工手动盘车，盘车扭矩为 158N.m，需要力度较大，劳动强度特别大，每次只能盘几分钟，由于现场位置狭小，手动盘车工作不方便且转速较低又不均匀。而市场上没有现成的工具可供购买，为了提高盘车转速和加长盘车时间，降低人员劳动强度，需要设计并制作自动盘车工具和酸洗小车 30。考虑到天然气

离心压缩机干气密封部件打开阀值为 150RPM, 避免清洗液进入干气密封部件导致其损坏，在保持导入密封气的同时，维持盘车转速低于 150RPM。为了提高安全系数，盘车工具运行转速设为 30~50RPM，转速平稳。

[0024] 现场实施离心式天然气压缩机的转子盘动清洗，比拆卸压缩机返厂解体清洗，每次可以节约维修费用 250 万元，最重要的是可以缩短维修时间多达 4 个月，可以在结垢发生后，用最少的投资、在最短的时间内恢复压缩机的正常运行，为气田的稳产做出了重大贡献，确保油气田生产稳定，减少天然气离心压缩机拆装和吊装作业。按照上述离心压缩机转子清洗方法，加上离心压缩机清洗工具投入使用，自动盘车醋酸溶液清洗 1 天可以达到之前手动盘车淡水清洗 7 天的效果，节约了 6 天的清洗时间，自动盘车还降低了人员劳动强度。

[0025] 所述压缩机侧方安装有液位指示管 28，该液位指示管 28 底端通过连接管和隔离阀 26 与所述排液口 21 对接连通，从而通过液位指示管 28 反映压缩机内部的液位高度，方便注入清洗液时适量注入到合适的液位高度，液位不过量也不至于不足量，能够浸泡漫过叶轮。

[0026] 所述储液罐 15 设有泄液口 51 和加液口 52，所述储液罐 15 还设有辅回流口并通过辅回流管 55 对接气动泵 18 的出口或注液管从而与气动泵 18 连通，通过调整回流，达到调整气动泵到压缩机腔室的加入量。

[0027] 所述气动泵 18、气动盘车马达 12 与压缩气源之间设有配气罐 31，所述配气罐 31 的进气口 33 与压缩气源连通，所述配气器设有第一配气阀 35 并通过输气管与气动泵 18 连通，所述配气罐还设有第二配气阀 36 并通过输气管 38 与气动盘车马达 12 连通，从而可以分别对气动泵 18、气动盘车马达 12 单独提供压缩气体，可以调节气动盘车马达 12 的气流量从而间接调节盘车的速度，可以控制气动泵 18 的开关，实时进行清洗液的注液、停止、补液。

[0028] 对应的转子叶轮清洗的工艺方法是：一种使用上述的用于离心式天然气压缩机的转子盘动清洗工具的离心式天然气压缩机的转子盘动清洗方法，其包括以下步骤：

S1、将离心压缩机与天然气管道隔离并对压缩机进行泄压，使得离心压缩机与系统分离，便于独立对离心压缩机的叶轮进行清洗，防止天然气自然泄漏而导致损失；

S2、导通离心压缩机的密封气、缓冲气，防止清洗液进入压缩机密封系统，损坏密封组件；

S3、拆卸压缩机进口压力表，将其所留下的接口作为注液口便于在压缩机顶部设置清洗液灌注口，方便清洗液的加入，直接利用现有的接口而不需要另外开设接口，便于清洗作业的开展；

S4、连接气动泵与离心压缩机之间的注液管，使得气动泵可以将抽取的清洗液直接泵入到压缩机内腔中对叶轮进行浸泡清洗；

S5、拆出离心压缩机后端的盘车盖板，安装调整气动盘车支架和气动盘车马达，连接压缩气源与气动盘车马达之间的输气管；

S6、将储液罐注满清水；接通气动泵与压缩气源，利用气动泵将清水注入离心压缩机，用于浸泡清洗叶轮去除结垢；

S7、导通气动盘车马达的气源，压力不低于 5bar，使气动马达带着离心压缩机的转子以

30RPM 转速盘车，使得叶轮在浸泡的过程中发生旋转，使得清洗液对叶轮具有冲击力，对结垢进行冲刷，加快结垢分解溶解的速度；

S8、离心压缩机转子在灌满清洗液的腔体内旋转 8 个小时，同时可以利用气动泵将清洗液打循环，使其在压缩机内以及储液罐之间进行流动，溶解了杂质的清洗液排出，继续灌注洁净的清洗液，提高清洗液的溶解力，加快清洗速度；

S9、清洗结束时通过压缩机底排液口将水洗液排放，从而将清洗液和冲刷出来的结垢杂质排出，排空压缩机内腔；

S10、隔离气动泵和气动盘车马达的气源，拆除离心压缩机与气动泵的注液管，拆卸气动盘车马达，回装压力表和盘车盖板；

S11、天然气离心压缩机隔离解除，充压侧漏，启机测试。

[0029] 另外，在步骤 S6 后设置步骤 S6.2、手动启动离心压缩机的交流预后滑油泵，强制润滑离心压缩机轴承，防止盘车过程中轴承磨损。

[0030] 在步骤 S3 后设置步骤 S3.1、在离心压缩机底排液阀下游安装液位指示管线，液位指示管 28 底端通过连接管和隔离阀 26 与所述排液口对接连通；步骤 S6 中，清洗液注入离心压缩机过程延续到液位指示显示跟离心压缩机的最高点持平为止，灌注清洗液过程中，液位指示管内腔与压缩机内腔连通，根据液位平衡的原理，便于清晰地反映压缩机腔体内所灌注的清洗液的液位高度。

[0031] 以上所揭露的仅为本发明的优选实施例而已，当然不能以此来限定本发明之权利范围，因此依本发明申请专利范围所作的等同变化，仍属本发明所涵盖的范围。

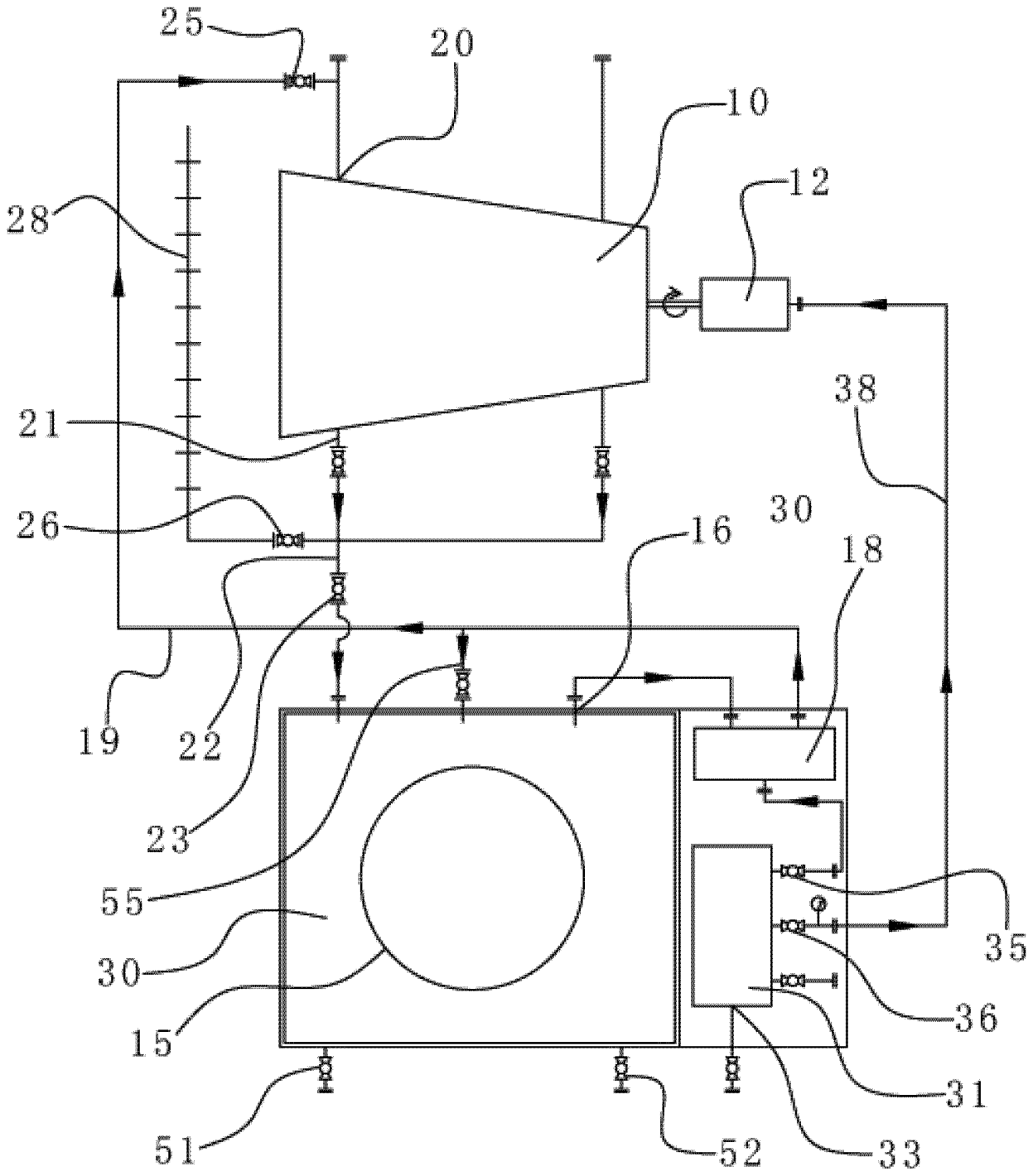


图 1

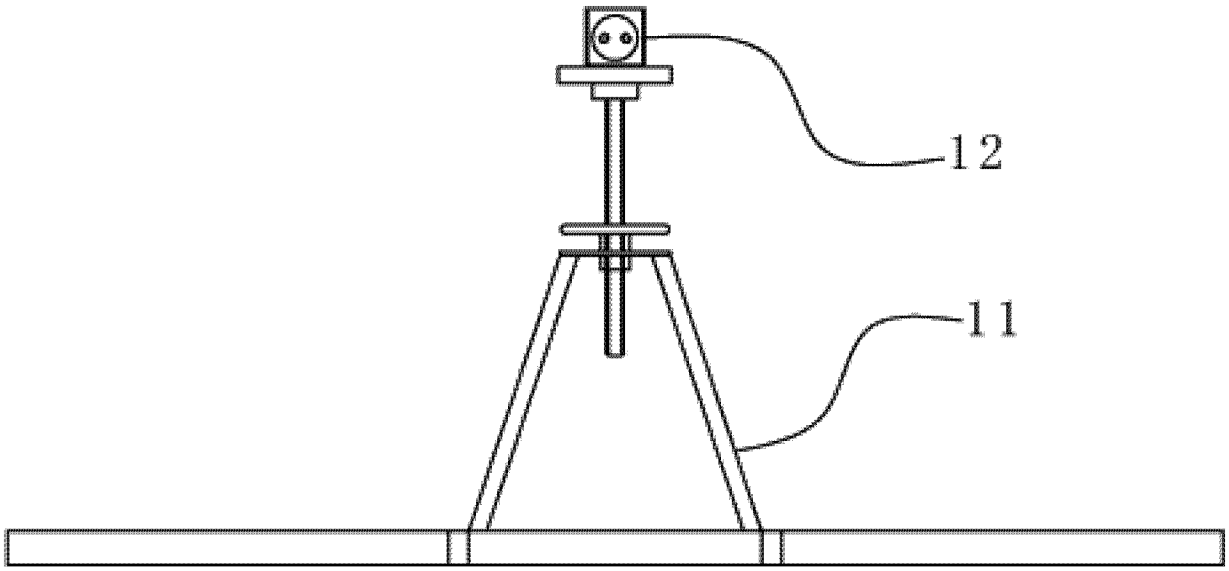


图 2

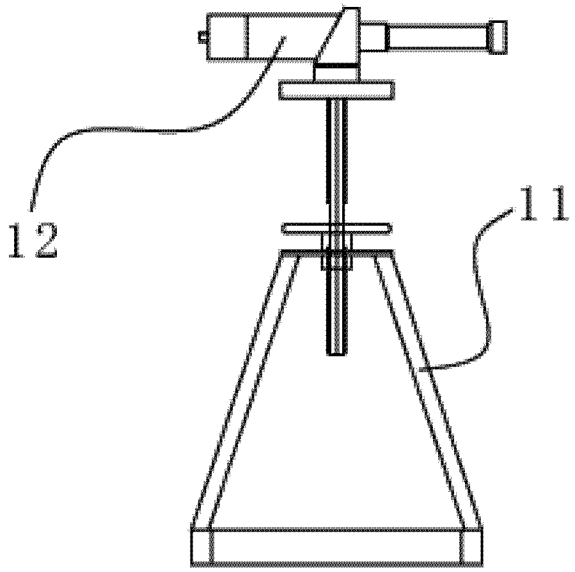


图 3